

Türkiye Madencilik Sektörü İş Kazalarının Yoğunlaşma Analizleriyle Değerlendirilmesi

Sajaweddin SADİD¹, Adnan KONUK^{2*}

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Müh. Anabilim Dalı, Eskişehir

^{2*} Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

e-posta: qarluq.sadid.2018@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0031-4531>

Sorumlu yazar e-posta*: akonuk@ogu.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9577-6674>

Geliş Tarihi: 26.09.2022

Kabul Tarihi: 21.03.2023

Öz

Madencilik sektörü, minerallerin aranmasından çıkarılması, taşınması ve işlenmesine kadar geçen süreç içerisinde, birçok sağlık ve güvenlik riski taşıyan bir sektördür. Madencilik sektörlerinde çalışanların sağlığı ve güvenliğinin korunması ve önlemlerin alınabilmesi için, meydana gelen iş kazalarının hangi alt sektörlerde yoğunlaştığının belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. İki basamaklı NACE sınıflandırmasında madencilik sektörü kömür ve linyit çıkartılması, metal cevher madenciliği, diğer madencilik ve taş ocakçılığı, madenciliği destekleyici hizmet faaliyetleri olmak üzere dört alt sektöre ayrılmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada, dört madencilik alt sektöründe 2001-2020 yılları arasında meydana gelen iş kazaları dikkate alınarak iş kazası yoğunlaşma analizleri gerçekleştirilmiştir. İş kazaları yoğunlaşma analizlerinde, piyasa veya sektörlerde yoğunlaşma ve rekabetsellik düzeyinin ölçülmesi ve analiz edilmesinde yaygın olarak kullanılan çeşitli yoğunlaşma indekslerinden hangisinin daha uygun olduğu araştırıldığında, Gini indeksinin (GI) madencilik sektörü iş kazaları yoğunlaşmasını en iyi açıklayan indeks olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, hesaplanan kaza yoğunlaşma indekslerine göre, Türkiye madencilik sektöründe iş kazalarının yoğunlaşmasının genel olarak yüksek olduğu ve özellikle belirli bir alt sektörde (kömür-liyit madenciliğinde) yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, Türkiye madencilik alt sektörlerinde iş kazaları yoğunlaşma analizleri sonrasında, meydana gelebilecek iş kazalarının önlenmesi ve azaltılmasında alt sektörlerle yönelik yeni strateji ve politikaların geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler

Madencilikte iş kazaları; Kaza olabilirlik oranı; Kaza yoğunlaşma indeksleri; Regresyon-korelasyon analizi

Evaluation of Occupational Accident in the Turkish Mining Industry by Concentration Analysis

Abstract

The mining industry is a sector that carries many health and safety risks, from the exploration to the extraction, transportation and processing of minerals. In order to protect the health and safety of employees in the mining sectors and to take precautions, it is of great importance to determine in which sub-sectors the occupational accidents are concentrated. In the two-digit NACE classification, the mining industry is divided into four sub-sectors: coal and lignite extraction, metal ore mining, other mining and quarrying, and mining supporting service activities. Therefore, in this study, occupational accident concentration analyzes were carried out, taking into account the occupational accidents that occurred between 2001 and 2020 in four mining sub-sectors. When it was investigated which of the various concentration indexes, which are widely used in measuring and analyzing the concentration and competitiveness level in the market or sectors, is more appropriate in the occupational accident concentration analysis, it has been determined that the Gini index (GI) is the index that best explains the occupational accident concentration in the mining sector. In addition, according to the calculated accident concentration indices, it has been determined that the concentration of occupational accidents in the Turkish mining sector is generally high and especially concentrated in a certain sub-sector (coal-lignite mining). As a result of this study, it is thought that new strategies and policies for sub-sectors can be developed in the prevention and reduction of work-related accidents that may occur after the concentration analyzes of occupational accidents in Turkish mining sub-sectors.

Keywords

Occupational accidents in mining; Accident likelihood rates; Accidents concentration indices; Regression-correlation analysis

1. Giriş

Madencilik sektörü, medeniyetin gelişmesine ve insan yaşamının kolaylaşmasına temel oluşturan tarihin en eski mesleklerinden biri olup, minerallerin keşfi ve aranması, çıkarılması, taşınması ve işlenmesine kadar birçok sağlık ve güvenlik riskine sahip bir sektördür. Doğal hammaddeler birçok endüstrinin bel kemiğini oluşturması nedeniyle, çoğu endüstrinin faaliyetleri bir şekilde madencilik sektörüne bağlıdır. Bu nedenle madencilik, sanayinin ihtiyaç duyduğu hammaddelerin sağlanması için kaçınılmaz önem arz etmektedir. Kömür, metal ve metalik olmayan minerallerin işletilmesini içeren madencilik sektörü, Türkiye dahil dünyanın birçok ülkesi için önemli bir gelir kaynağı ve hayati bir ekonomik sektördür (Keçojevic *et al.* 2007; Domínguez *et al.* 2019; Nguyen *et al.* 2017). Madencilik sektörü, Türkiye dahil olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde sağlık ve güvenlik açısından en tehlikeli çalışma ortamlarına sahip olup, meydana gelen iş kazalarından kaynaklanan yaralanma, hastalık, ölüm ve iş günü kayıplarının sıklığı yüksek olduğu için en yüksek maliyetli sektörler arasında yer almaktadır (Keçojevic *et al.* 2007). Madencilik sektörüne yatırım yapılması, doğrudan veya dolaylı istihdam imkanını sağlayarak ülkelerin ekonomik kalkınmasına, sosyal refahın yükselmesine ve yoksulluğun azaltılmasında katkıda bulunmaktadır (Domínguez *et al.* 2019).

Madencilik sektöründe yüksek kaza oranlarının temel nedenleri, çalışma koşullarının güvenli olmaması ve güvenli olmayan davranışlar olduğu bilinmektedir. Güvenli olmayan çalışma koşulları, çalışma ortamı özelliklerine ve çalışma yöntemlerine bağlı olup, maden tasarımı yetersiz olması, öngörülmejen jeolojik koşullar, yetersiz ekipman bakımı, yetersiz izleme veya bu faktörlerin bir birleşiminden oluşabilmektedir. Güvenli olmayan davranışlar ise, temel olarak çalışanların hatalarından kaynaklanmaktadır (Maiti *et al.* 2004).

Madencilik sektörü gibi tehlikeli sektörlerde oluşabilecek iş kazaları ve meslek hastalıklarının risklerini kontrol altına tutulması ve önlenmesi konusunda yoğun olarak sağlık ve güvenlik yönetiminin yürütülmesi ve gereken tedbirlerin arttırılması ve çalışanların eğitilmesi büyük önem kazanmaktadır. Toplumun iş kazaları ve meslek hastalıklarına verdiği tepki ve bunun sonucunda ortaya çıkan finansal maliyetler, iş sağlığı ve güvenliğini önemli bir konu haline getirmiştir (Kokangül v.d. 2017).

Son yıllarda, Türkiye genelinde iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan çalışmaların etkin bir şekilde artması nedeniyle iş kazaları ve meslek hastalıklarının azaldığı görülmektedir. Ancak iş kazalarından kaynaklanan ölüm ve yaralanmalardaki sıklık oranları göz önünde bulundurulduğunda, gelişmiş ülkelere göre daha yüksek olması nedeniyle iş sağlığı ve güvenliği açısından çok iyi bir seviyede olmadığı söylenmektedir (Ceylan 2011, Şen v.d. 2018). Türkiye Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) sağlık ve güvenlik yıllık istatistik verilerini incelendiğinde, Türkiye’de sektörler arasında madencilik sektörü, 2001-2020 arasında meydana gelen ölüm verilerine göre, 10000 çalışan başına ortalama olarak 0.81 ile en yüksek ölüm oranına sahip olduğu bir sektördür.

İş kazalarının azaltılması ve önlenmesi için yapılan birçok çalışmada istatistiksel olarak standart oranlar (kaza sıklık oranı, kaza olabilirlik oranı ve kaza ağırlık oranı) kullanılarak analiz edilmiştir (S. Lee *et al.* 2020, Ceylan 2012b, Bilim v.d. 2018, Bayraktar v.d. 2018). Bununla birlikte, yoğunlaşma indeksleri kavramından yararlanarak iş kazalarının daha fazla yoğunlaştığı sektörlerin belirlenmesi ve iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin ilgili sektörlerde yoğunlaştırılmasının sağlanması mümkündür. Madencilikte, belirli bir alt sektörde iş kazaları yoğunlaştığında, o alt sektörün sağlık ve güvenlik açısından incelenmesine öncelik verilmesi gerektirmektedir. Literatür incelemesi sonucunda, bu iddiayı destekleyen birkaç çalışma

bulunmaktadır. S. Lee v.d. (2020) tarafından yapılan çalışmada, Avrupa ülkelerinde ölümlü ve ölümlü olmayan endüstriyel iş kazalarının yoğunlaşma derecesini belirlemek amacıyla kaza sıklık oranı ve yoğunlaşma indekslerinden Hirschman-Herfindahl İndeksi (HHI) kullanılmıştır. B.K. Lee v.d. (2020) tarafından yapılan diğer çalışmada, Kore’de endüstriyel ölümlü ve ölümlü olmayan kazalarının yoğunlaşma düzeyinin değerlendirilmesi için yoğunlaşma oranı (CR), Hirschman-Herfindahl İndeksi (HHI) ve kaza sıklık oranı kullanılmıştır. Bu çalışmada ise, Türkiye madencilik alt sektörleri iş kazalarının yoğunlaşma analiziyle değerlendirilmesi amacıyla öncelikle, piyasa veya sektörlerde yoğunlaşma ve rekabetsellik düzeyini ölçülmesi ve analiz edilmesinde yaygın olarak kullanılan Hirschman-Herfindahl (HHI), Nispi Entropi (NEI), Kapsamlı (CCI), Rosenbluth-Hall-Tediman (RHTI), Hannah-Kay (HKI) ve Gini (GI) yoğunlaşma indeksinden hangisinin daha uygun olduğu araştırılmıştır. Türkiye madencilik sektörü iş kazaları yoğunlaşması analizinde, Türkiye madencilik sektörünün dört alt sektöre (kömür ve liyinit madenciliği, metal cevher madenciliği, taşocaklar ve madenciliği destekleyici hizmetler) ayrıldığı dikkate alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Türkiye madencilik sektörünün dört alt sektörüne ait 2001-2020 yılları arasında meydana gelen iş kazası verileri ve çalışan sayıları Türkiye Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) internet web sitesinden elde edilmiştir (Çizelge 1). SGK İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistiklerinde NACE ekonomik faaliyet kodu çerçevesinde madencilik sektöründe iş kazaları dört alt sektörde (kömür ve liyinit çıkartılması, metal cevher madenciliği, diğer madencilik ve taş ocakçılığı, madenciliği destekleyici hizmet faaliyetleri) yayınlanmaktadır.

2.2 Yöntem

2.2.1 İş kazaları yoğunlaşma indekslerinin hesaplanmasında metodoloji ve kaza olabilirlik oranı

Literatürde yoğunlaşma indeksleri, firma veya piyasa yoğunlaşması kavramı ile açıklanmaktadır. Türkiye Madencilik Sektöründe meydana gelen iş kazalarının kaza olabilirlik oranları dikkate alınarak yoğunlaşma indeksleri hesaplanırken “firma” kavramı yerine “Türkiye madencilik sektöründe faaliyet gösteren alt sektörler” ve “piyasa yoğunlaşma düzeyi” kavramı yerine “iş kazası yoğunlaşma düzeyi” kavramı kullanılmaktadır.

Madencilik sektörü iş kazaları yoğunlaşması hesaplamalarında, öncelikle “Kaza olabilirlik oranları hesaplanmıştır.

Kaza olabilirlik oranı (KOO): Sektör veya ulusal düzeyde, bir dönemde meydana gelen ölümlü/ölümlü olmayan iş kazası sayısının aynı dönemdeki çalışanın toplam sayısına bölünmesi ve 1.000, 10.000, 100.000 veya 1.000.000 katsayısı ile çarpılmasıyla elde edilmektedir (Aritan ve Ataman 2017, Bilim v.d. 2018, Bayraktar v.d. 2018, S. Lee et al. 2020). Bu çalışmada ise, 1000 çalışan başına düşen kaza olabilirlik oranları Eşitlik 1’deki gibi hesaplanmıştır.

$$KOO_i = \frac{i'inci\ alt\ sektör\ yıllık\ kaza}{i'inci\ alt\ sektör\ yıllık\ çalışan} \times 1000 \quad (1)$$

Bir yıl içerisinde madencilik sektörü toplam kaza olabilirlik oranı (TKOO) Eşitlik 2’deki gibi hesaplanmaktadır.

$$TKOO = \sum_{i=1}^n KOO_i \quad (2)$$

Bir yıl içerisinde herhangi bir i’inci madencilik alt sektörünün kaza olabilirlik oranı içindeki payı (P_i) ise Eşitlik 3 ile hesaplanmakta olup, yoğunlaşma indekslerinin hesaplanmasında “firma piyasa payı” kavramı gibi kullanılmaktadır.

$$P_i = \frac{KOO_i}{TKOO} \quad (3)$$

Çizelge 1. Türkiye madencilik alt sektörlerinde 2001-2020 yıllarında meydana gelen iş kazaları ve çalışan sayıları (SGK ve SSK İstatistik Yıllıkları).

Yıl	Kömür ve Linyit Çıkarılması		Metal Cevher Madenciliği		Diğer Madencilik ve Taş Ocakçılığı		Madenciliği Destekleyici Hizmet Faaliyetleri	
	İş kazası	Çalışan	İş kazası	Çalışan	İş kazası	Çalışan	İş kazası	Çalışan
2001	7104	42857	367	10258	358	18454	178	8146
2002	6587	42541	281	8798	419	20746	150	9883
2003	5647	38053	242	8552	398	22929	114	10999
2004	5481	38492	307	8512	449	26163	135	10457
2005	6011	40390	231	10485	534	32322	103	11233
2006	6722	43585	239	12254	479	37727	151	11376
2007	6293	43389	296	15122	451	37060	153	10433
2008	5728	49487	280	13984	486	47751	1	1113
2009	8193	51975	322	15987	513	45974	28	1998
2010	8150	50143	350	19711	507	52205	25	3398
2011	9217	51662	449	22197	702	57192	139	4396
2012	8828	50949	421	22518	569	58961	101	5202
2013	11289	48706	1055	24039	1598	60911	244	7125
2014	10026	41058	1030	23422	1557	56250	271	8232
2015	7429	40508	997	22392	1639	59893	271	5948
2016	8274	37582	1037	22991	2045	61489	324	7595
2017	8468	37596	1622	27746	2537	65181	330	7833
2018	8399	35953	1775	28559	2806	60474	734	10085
2019	8983	36436	1756	28188	2435	58320	926	9083
2020	8460	36442	1741	30845	2133	61883	650	10531

2.2.2 Madencilik sektöründe kaza yoğunlaşma indeksleri

Türkiye madencilik sektörü iş kazalarının yoğunlaşma analiziyle değerlendirilmesi amacıyla, toplam kaza olabilirlik oranının içindeki alt sektörlerin payı dikkate alınarak, piyasalarda yoğunlaşma ve rekabet analizinde yaygın kullanılan çeşitli yoğunlaşma indekslerinden HHI, NEI, CCI, RHTI, KHI ve GI yöntemlerinin kullanılabilirliği araştırılmıştır.

a) Hirschman-Herfindahl kaza yoğunlaşma indeksi (HHI)

HHI, hesaplanmasının basit ve yorumlanmasının kolay olması nedeniyle en sık kullanılan yoğunlaşma indekslerinden biridir. HHI 1945'te A.Ö. Hirschman ve 1950'de O.C. Herfindahl tarafından piyasa ve sektörlerdeki yoğunlaşma ve rekabet düzeyinin ölçmek ve analiz etmek için bir yoğunlaşma göstergesi olarak önerilmiştir (Hirschman 1945). HHI, bir piyasa veya sektörde faaliyet gösteren firma paylarının karelerinin toplamının firma payına

bölünmesiyle tanımlanır. Avrupa ve diğer gelişmiş ülkelerde HHI, ekonomi alanında piyasa yoğunlaşma ve rekabetini ölçmesi için bir indeks olarak kabul edilmektedir (S. Lee et al. 2020). HHI genel olarak ulaşım, bilgisayar algoritması, mühendislik ve telekomünikasyon gibi çeşitli alanlarda yoğunlaşma indeksi olarak kullanılmıştır (Susilo and Axhausen 2014, Lu et. al. 2017, S. Lee et al. 2020, B.K. Lee et al. 2020).

HHI, Eşitlik 4'de verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$HHI = \sum_{i=1}^N \left(\frac{P_i}{N} \right)^2 \quad (4)$$

Burada; P_i : madencilik alt sektörlerinin kaza payı ve N : madencilik alt sektörlerinin sayısıdır.

HHI yönteminin ekonomi alanında kullanımlarında piyasa yoğunlaşması, tam rekabet, tekeli rekabet, oligopol ve tekel (monopol) olarak dört farklı tipte sınıflandırmaktadır. HHI yönteminin iş kazaları yoğunlaşmasında kullanımında ise, kaza

yoğunlaşması düşük veya yüksek yoğunlaşma olarak sınıflandırılmaktadır. Piyasa veya iş kazası yoğunlaşmalarındaki sınıflandırma Çizelge 2’de verildiği gibidir (S. Lee et al. 2020).

HHI değeri 0 – 1 arasında değişmektedir. Bir piyasa veya sektörde tüm firmalar aynı büyüklüğe sahip

olduğunda, HHI değeri düşük olup, piyasada tam rekabet olduğunu göstermektedir. Bunu tam tersi ise, piyasadaki firma sayısı azaldığında HHI en yüksek değerine ulaşmakta olup, tekel (monopolcü) piyasa olduğunu göstermektedir (Bikker and Haaf 2002).

Çizelge 2. HHI’ye göre iş kaza yoğunlaşma düzeyi.

Piyasa İçin Yaklaşım		Kaza İçin Yaklaşım	
HHI Değeri	Piyasa Yoğunlaşması	HHI Değeri	Kaza Yoğunlaşması
0.00 < HHI < 0.10	Mükemmel rekabet	Kaza HHI ortalama değerinin altında	Düşük yoğunlaşma
0.10 < HHI < 0.18	Tekelci rekabet		
0.18 < HHI < 0.40	Oligopol	Kaza HHI ortalama değerinin üzerinde	Yüksek yoğunlaşma
0.40 < HHI	Tekelci		

b) Entropi ve Nispi Entropi kaza yoğunlaşma indeksi (EI ve NEI)

Entropi ilk olarak 1948’de Shannon tarafından geliştirilip, iletişim teorisi ve fizik bilimlerinde bir sistemdeki düzensizlik, belirsizlik veya rastgelelik derecesini belirlemek için bir gösterge olarak kullanılmıştır (Horowitz and Horowitz 1968). Son zamanlarda, entropi bir yoğunlaşma göstergesi olarak ekonomi alanlarında, piyasa veya sektörde firmaların paylarını ölçmek ve kontrol etmek için kullanılmıştır. Entropi yoğunlaşma indeksi (EI) değerleri piyasada firma payları ile ters orantılıdır. Entropi yoğunlaşma indeksi değeri, bir piyasa daha çeşitli veya rekabetçi olduğunda daha yüksek ve tekelci piyasa olduğunda daha düşüktür. Dolayısıyla Entropi yoğunlaşma indeksi, HHI’ine göre firmaların göreceli büyüklerine daha duyarlıdır (Kostakoğlu 2015, Brown 2018). Ancak entropi indeksi logaritmik rakamları içerdiğinden dolayı, diğer yoğunlaşma indekslerine göre sıklıkla kullanılmamaktadır.

EI aşağıdaki Eşitlik 5’te verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$EI = - \sum_{i=1}^N P_i \ln P_i \quad (5)$$

Burada; P_i : piyasadaki firma payı veya madencilik alt sektörü iş kazası payı ve N: firma veya madencilik alt

sektörlerü toplam sayısıdır. EI değeri bir sektördeki yoğunlaşma düzeyi yüksek olduğunda düşük ve düşük olduğunda ise yüksektir. Piyasa veya sektörde bir firma olduğunda, EI=0 olarak hesaplanır ve hesaplanabilecek maksimum değer n’nin logaritmasıdır (Brown 2018). Sektörlerde faaliyet gösteren firma sayısı arttıkça EI değeri artmakta, bununla birlikte yoğunlaşma da azalmaktadır. EI’nin maksimum değeri firma sayısına bağlı olduğundan, farklı büyüklükteki iki sektör için yoğunlaşma düzeyini analiz etmek için verimli sonuç elde edilmemesi nedeniyle, standartlaştırılmış Nispi Entropi yoğunlaşma indeksinin (NEI) kullanılması kolay ve avantajlıdır. NEI, bir sektörde faaliyet gösteren alt sektörün sayısını hesaba katarak piyasada firma payının gerçek dağılım derecesini ölçmektedir (Nawrocki and Carter 2010).

NEI, aşağıdaki Eşitlik 6’da verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$NEI = \frac{EI}{\ln N} \quad (6)$$

Burada; EI: Entropi kaza yoğunlaşma indeksi, N: firma veya madencilik alt sektörlerinin toplam sayısı ve $\ln N$: maksimum entropi değeridir. NEI değeri 0-1 arasında değişmektedir. NEI değeri küçük olduğunda, piyasa veya sektörde yoğunlaşma düzeyi yüksek,

bunun tam tersi NEI değeri yüksek olduğunda, piyasa veya sektörün yoğunlaşma düzeyi düşük ve rekabetin yüksek olduğu yorumu yapılmaktadır.

c) Kapsamlı kaza yoğunlaşma indeksi (CCI)

Kapsamlı yoğunlaşma indeksi (CCI), 1970 yılında Horvath tarafından firmaların piyasa payı ile piyasa büyüklüğü arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada geliştirilmiştir (Horvath 1972). CCI ile her bir firmanın piyasa payının nispi dağılımı ve aynı zamanda firmanın mutlak büyüklüğünün hesaplanması nedeniyle, HHI'ye göre daha duyarlı ve kapsamlı bir gösterge olarak nitelendirilmektedir.

CCI, aşağıdaki Eşitlik 7'de verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$CCI = P_1 \sum_{i=2}^N P_i^2 (1 + (1 - P_i)) \quad (7)$$

Burada; P_1 : piyasada en büyük paya sahip firmanın payı veya madencilikte en büyük kaza payına sahip alt sektörün payı, P_i : i 'inci firmaların piyasa payı veya madencilik alt sektörlerinin sırasıyla kaza payı ve N: firmaların veya madencilik alt sektörlerinin toplam sayısıdır. CCI değeri, 0 - 1 arasında değişmekte olup, 0'a yaklaştığında sektörde kaza yoğunlaşma düzeyinin düşük olduğunu ve 1'e yaklaştığında ise sektörde yoğunlaşma düzeyinin yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

d) Rosenbluth-Hall-Tideman kaza yoğunlaşma indeksi (RHTI)

Rosenbluth (1961) ile Hall ve Tideman (1967) tarafından sunulan yoğunlaşma indeksleri birbirine benzer indekslerdir (Hall and Tideman 1967, Ediz ve Önder 2019). Rosenbluth-Hall-Tideman indeksi (RHTI), firmaların piyasa payını, büyüklük sıralamasıyla ağırlıklandırılan bir indeks olup, firmaların sektöre giriş çıkışı veya sektördeki firma birleşmeleri sonucunda oluşan etkileri indeks sonucunu etkilemektedir. Ayrıca, firmaların piyasa payı sıralamasındaki yerlerine göre ağırlıklandırıldığından dolayı, indeks değeri küçük

firmalarda değişiklik göstermektedir (Ediz ve Önder 2019).

RHTI aşağıdaki Eşitlik 8'de verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$RHTI = \frac{1}{(2 \sum_{i=1}^N iP_i)} \quad (8)$$

Burada; P_i : firma piyasa payı veya i 'ninci madencilik alt sektörünün kaza payı, N: firma sayısı veya madencilik alt sektörü sayısı ve i : firmaların en büyük piyasa payından en küçüğe veya madencilik alt sektörlerinin en büyük kaza payından en küçüğe sıralanmasıdır. İndeks değeri 0–1 arasında değişmektedir. Sektörde eşit büyüklükte firmalar bulunur ise indeks değeri 0 yaklaşmakta ve yoğunlaşması düşük olarak yorumlanmaktadır. Sektörde eşitsiz büyüklükte firma varsa indeks 1'e yaklaşmakta ve yoğunlaşmanın yüksek olduğu söylenmektedir.

e) Hannah-Kay kaza yoğunlaşma indeksi (HKI)

Hannah ve Kay (1977) tarafından yapılan çalışmada, HHI yönteminin eksiklikleri dikkate alınarak piyasa yoğunlaşmasının ölçülmesi amacıyla yeni bir yöntemi geliştirilmiştir. HKI, temel olarak HHI'nin gelişmiş durumunu veya genel şeklini ifade eder. HKI, sektöre yeni giren ve çıkan firmaların etkilerini yansıtması ve piyasada firmalar arasındaki gelir transferi yapılması için kullanılan bir indekstir (Choo et al. 2018).

HKI aşağıdaki Eşitlik 9'da verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$HKI = \sum_{i=1}^N (P_i^\alpha)^{1/1-\alpha} \quad 0 < \alpha; \alpha \neq 1 \quad (9)$$

Burada; P_i : madencilik alt sektörlerinin kaza payı ve N: madencilik alt sektörlerinin toplam sayısıdır. Piyasa yoğunlaşma analizi çalışmalarında α , firmaların piyasa veya sektöre giriş veya çıkışları ve piyasada farklı firmalar arasında gelir transferinin bir sonucu olarak yoğunlaşma düzeyini yansıtmak için değişiklik gösterebilen bir esneklik parametresidir. α değerinin serbest olarak seçilmesi ve uygun ağırlıklandırılması için firma büyüklüğü dağılımının üst veya alt bölümü

vurgulanmalıdır (Hannah and Kay 1977, Bikker and Haaf 2002). Hannah ve Kay (1977) tarafından belirtildiği gibi, verimli ve uygun bir sonuç elde edilmesi için α değerinin 0.6 - 2.5 arasında olması gerekmektedir. Bu çalışmada, $\alpha = 1.5$ alınarak HKI hesaplanmıştır. HKI değeri, 0-1 arasında değişmekte, 0'a yaklaştıkça piyasa veya sektörde yoğunlaşma düşük ve 1'e yaklaşıyor ise piyasa veya sektörde yoğunlaşma düzeyi yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

f) Lorenz eğrisi ve Gini kaza yoğunlaşma indeksi (GI)

Lorenz eğrisi, 1905'te M. O. Lorenz tarafından geliştirilip, ekonomik değişkenlerin dağılımının eşitsizliği veya tektüzeliğinin kontrol edebilmesi ve aynı zamanda çeşitli sektörlerin ve piyasaların yoğunlaşmasının analiz edilmesi için başarıyla kullanılabilen grafiksel bir araçtır (Dimić and Paunović 2019). Lorenz eğrisi, ülke düzeyde gelirlerin en düşük dağılımdan en yüksek dağılıma sıralanmasıyla ve birikimli toplam nüfus yüzdesine göre koordinat sistemi ile çizilir (Öztürk ve Aktar 2009, Dimić and Paunović 2019).

Gini indeksi, 1912'de Corrado Gini tarafından geliştirilmiş olup, Lorenz eğrisinin mantığını izleyen bir yöntemdir. Gini indeksinin Lorenz eğrisi ile hesaplanması, ekonomi, sağlık ve mühendislik gibi çeşitli alanlarda yoğunlaşma indeksi olarak kullanılan bir yöntem olmasını sağlamıştır (Lipczynski et al. 2017).

Gini indeksi matematiksel olarak aşağıdaki Eşitlik 10'da verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$GI = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_i}{0.5 (N+1) \sum_{i=1}^n P_i} \right\} - 1 \quad (10)$$

Burada, P_i : sırasıyla madencilik alt sektörlerinin kaza payı ve N : madencilik alt sektörü toplam sayısıdır. Gini yoğunlaşma indeks değeri 0 - 1 arasında değişmektedir. Gini yoğunlaşma indeks değeri 0 ise iş kazalarının madencilik alt sektörlerinde eşit olarak dağıldığını ve yoğunlaşma düzeyinin düşük olduğunu,

Gini yoğunlaşma indeks değeri 1'e yaklaştıkça ise madencilik alt sektörlerinde iş kazalarının eşitsiz olarak dağıldığı ve belirli bir sektörde yoğunlaştığını söylemek mümkündür.

g) Yoğunlaşma indekslerinin temel özellikleri

Literatür incelenmesi sonucunda, piyasada rekabetselik ve yoğunlaşma analizlerinde yaygın olarak kullanılan yoğunlaşma indekslerinin (HHI, NEI, CCI, RHTI, HKI ve GI) Türkiye madencilik alt sektörlerinde iş kazaların yoğunlaşması analizinde kullanılması durumunda, ilgili indekslerin yoğunlaşma aralığının, indeks ile yoğunlaşma arasındaki ilişkinin ve temel özelliklerinin Çizelge 3'te verildiği gibi olabileceği değerlendirilmiştir.

2.2.3 Regresyon-korelasyon analizi

Bu çalışmada, Türkiye madencilik sektöründe hesaplanan iş kazaları yoğunlaşma indeksleri ile toplam kaza olabilirlik oranı arasında güçlü ilişki bulunup bulunmadığının incelenmesi amacıyla basit doğrusal regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır.

Basit doğrusal regresyon analizinde, normal dağılıma sahip sayısal bir bağımlı değişken ile normal dağılıma sahip bir diğer bağımsız değişken arasında ilişki bulunup bulunmadığı araştırılır. Bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişki, doğrusal bir fonksiyon ile ifade edilmekte olup, modeli Eşitlik 11'de verilmiştir.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (11)$$

Burada; Y_i bağımlı değişken olup iş kazaları yoğunlaşma indekslerini, X_i bağımsız değişken olup iş kazalarının toplam kaza olabilirlik oranını göstermektedir. Modelde gösterilen β_0 regresyon doğrusunun Y ekseninin kestiği nokta olup, sabit hata ölçüsüdür. β_1 regresyon doğrusunun eğimi veya regresyon katsayısıdır. ε ise rastgele hata terimidir.

Çizelge 3. İş kazaları yoğunlaşması analizlerinde kullanılacak indekslerin temel özellikleri.

Yoğunlaşma İndeksi	Yoğunlaşma İndeks Aralığı		İndeks ve Yoğunlaşma Arası İlişki	Temel Özellikleri
	Yoğunlaşma Yok (Alt Sektörlerde Eşit Dağılım)	Bir Sektörde Tam Yoğunlaşma (Dağılım Eşitsizliği)		
Hirschman-Herfindahl İndeksi (HHI)	0	1	+	Tüm alt sektörleri dikkate alır, hesaplanması ve yorumlanması kolaydır. Zamanla yeni alt sektör eklenmesine karşı duyarlıdır ve alt sektör sayısı zamanla değiştiğinde yanıltıcı sonuçlar verebilir.
Nispi Entropi Yoğunlaşma İndeksi (NEI)	1	0	-	Alt sektörlerde iş kazalarının birlikte meydana gelmediği durumlara uygundur. Alt sektör sayısını ve büyüklüklerini dikkate aldığından, iş kazaları yoğunlaşması payının gerçek dağılım derecesini ölçer. Sekörel belirsizlikleri hakkında da bilgi verir.
Rosenbluth-Hall-Tideman İndeksi (RHTI)	0	1	+	Alt sektörlerin birleşmeleri (aynı firmaların farklı alt sektörlerde de faaliyet göstermesi) sonucu oluşan etkiler, endeks sonucuna yansımaktadır. Alt sektörler sayısına duyarlıdır. Ayrıca, alt sektörlerin iş kazası payına göre sıralamasını dikkate aldığından, iş kazası payı küçük olan alt sektörlerle duyarlıdır.
Kapsamlı Yoğunlaşma İndeksi (CCI)	0	1	+	Madencilik sektöründeki her bir alt sektörün payının nispi dağılımı ve mutlak büyüklüğünü dikkate alması nedeniyle, nispi farklılık ve mutlak büyüklüğe duyarlıdır. Madencilik sektöründeki en büyük alt sektörün payını ağırlıklı olarak ele alan bir yöntemdir.
Hannah-Kay İndeksi (HKI)	0	1	+	Madencilik sektörüne yeni alt sektörlerin giriş veya çıkışının etkilerini analiz etmeye yardımcıdır. Küçük alt sektörlerin etkisi daha önemlidir. α ağırlık katsayısı küçük alındığında küçük alt sektörlerin, büyük alındığında ise büyük alt sektörlerin önemi artar.
Gini Yoğunlaşma İndeksi (GI)	0	1	+	Madencilik sektöründeki alt sektörlerin sayısını, iş kazası payı sıralamasını ve iş kazalarındaki sektörel eşitsizliği dikkate almaktadır.

3. Bulgular

3.1 Türkiye madencilik sektöründe kaza olabilirlik oranları

Türkiye madencilik alt sektörlerinde 2001-2020 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının kaza olabilirlik

oranları (1000 kişi başına düşen kaza sayısı) hesaplanmış olup, sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir.

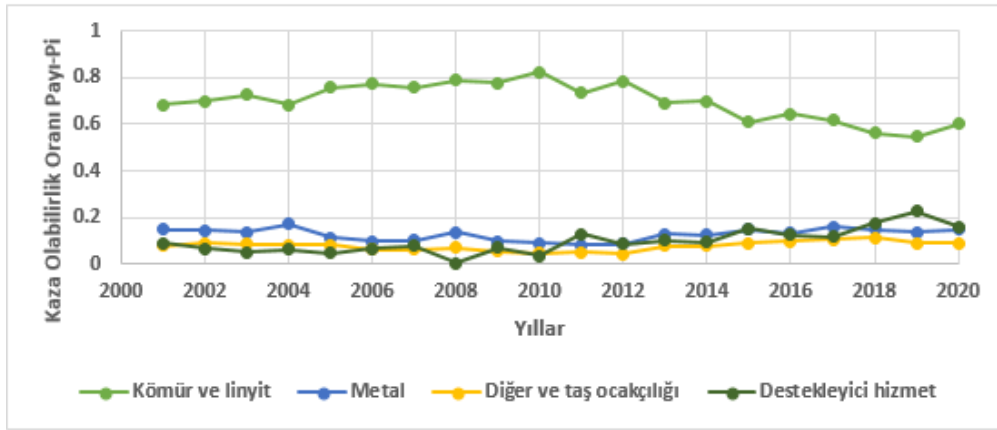
Çizelge 4. Türkiye madencilik alt sektörlerinde kaza olabilirlik oranları.

Yıl	Kömür ve Linyit Çıkarılması	Metal Cevher Madenciliği	Diğer Madencilik ve Taş Ocakçılığı	Madenciliği Destekleyici Hizmet Faaliyetleri	TKOO
2001	165.76	35.77	19.40	21.85	242.78
2002	154.83	31.93	20.19	15.17	222.15
2003	148.39	28.29	17.35	10.36	204.41
2004	142.39	36.06	17.16	12.91	208.53
2005	148.82	22.03	16.52	9.16	196.54
2006	154.22	19.5	12.69	13.27	199.70
2007	145.03	19.57	12.16	14.66	191.44
2008	115.74	20.02	10.17	0.89	146.84
2009	157.63	20.14	11.15	14.01	202.94
2010	162.53	17.75	9.71	7.35	197.36
2011	178.41	20.22	12.27	31.62	242.53
2012	173.27	18.69	9.65	19.41	221.03
2013	231.77	43.88	26.23	34.24	336.76
2014	244.19	43.97	27.68	32.92	348.76
2015	183.39	44.52	27.36	45.56	300.84
2016	220.15	45.10	33.25	42.66	341.18
2017	225.23	58.45	38.92	42.12	364.74
2018	233.61	62.15	46.40	72.78	414.94
2019	246.54	62.15	41.75	101.94	452.53

2020	232.15	56.44	34.46	61.72	384.78
TKOO: Toplam kaza olabilirlik oranı.					

2001-2020 yılları arası için hesaplanan toplam kaza olabilirlik oranında Türkiye madencilik alt sektörlerinin payları (P_i - %) Şekil 1'de verildiği gibidir. Şekil 1'den de görüldüğü gibi, Türkiye madencilik alt sektörleri arasında kaza olabilirlik oranında en büyük paya kömür ve linyit çıkarılması sahiptir. Kömür ve linyit çıkarılmasının kaza olabilirlik oranındaki payı 2001-2010 yılları arasında artış eğiliminde iken, 2010 yılından sonra ise düşüş

eğilimine girmiştir. Türkiye madencilik sektöründe faaliyet gösteren metal cevher madenciliği, diğer ve taş ocakçılığı ve destekleyici hizmetler alt sektörlerinin toplam kaza olabilirlik oranı içindeki payı kömür ve linyit çıkarılmasına göre daha düşük olmakla birlikte, kömür ve linyit çıkarılmasının tam tersine 2001-2010 yılları arasında düşüş eğilimi gözlenirken 2010 yılından sonra ise artış eğilimi gözlenmektedir.



Şekil 1. 2001-2020 yılları arasında toplam kaza olabilirlik oranının içinde Türkiye madencilik alt sektörlerinin payları (P_i).

3.2 Madencilik sektöründe iş kazaları yoğunlaşma indekslerinin hesaplanması

Türkiye madencilik alt sektörlerinde 2001-2020 yılları arasında meydana gelen iş kazaları yoğunlaşmasının değerlendirilebilmesi için sektörlerin toplam kaza olabilirlik oranı içindeki payları ele alınarak HHI, NEI, CCI, RHTI, HKI ve GI yoğunlaşma indeksleri hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Türkiye madencilik sektöründe, 2001-2020 yılları arasında hesaplanan yoğunlaşma indeksleri bağımsız değişken ve toplam kaza olabilirlik oranları (TKOO) bağımlı değişken olarak tanımlanarak, değişkenler arasında doğrusal bir ilişki bulunup bulunmadığını tespit etmek ve en uygun yoğunlaşma indeksini belirlemek için MINITAB-14 istatistik yazılımı ile basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Yoğunlaşma

indeksleri ile TKOO arası basit regresyon analizi sonuçları çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5'den de görüldüğü gibi, HHI değerleri 0.375-0.690 aralığında değiştiğinden ve yıllık HHI değerleri 0.25'den büyük ($HHI > 0,18$) olduğundan, Türkiye Madencilik sektöründe iş kazası yoğunlaşmasının genel olarak yüksek olduğu ve iş kazalarının belirli bir sektörde (kömür ve linyit çıkarılması) yoğunlaştığını söylemek mümkündür. Çizelge 4 ve 5'den de görülebileceği gibi, Türkiye madencilik sektöründe TKOO değerleri 2001-2008 yılları arasında azalış ve 2008 yılından sonra artış gösterirken, HHI değeri 2001-2010 yılları arasında artış kaydetmiş ve 2010 yılından sonra ise azalmaya başlamıştır. TKOO ve HHI arasında ters bir ilişki ($r = -0.871$) bulunmakta olup, TKOO artarken HHI azalmaktadır (Çizelge 6).

Türkiye madencilik sektörü için 2001-2020 yılları arasında hesaplanan NEI değerleri 0.467-0.836 aralığında değişmekte olup (Çizelge 5), NEI değerleri sıfırdan büyük ($NEI > 0$) olduğundan, iş kazalarının belirli bir alt sektörde tam olarak yoğunlaşmadığı anlaşılmaktadır. NEI ile TKOO arasında aynı yönlü bir ilişki olup, aralarındaki ilişkinin korelasyon katsayısı ($r = 0.877$)'dir (Çizelge 6). Türkiye madencilik sektöründe 2001-2010 yılları arasında hesaplanan TKOO ve NEI azalırken, 2010 yılından sonra artış kaydetmiştir (Çizelge 4 ve 5). NEI yöntemine göre 2010 yılından sonra Türkiye Madencilik Sektöründe iş kazası yoğunlaşmasının azalmaya başladığı söylenebilir.

Türkiye madencilik sektörü için 2001-2020 yılları arasında CCI değerleri 0.684-0.846 aralığında değişmekte olup (Çizelge 5), CCI değerleri birden küçük ($CCI < 1$) olduğundan, iş kazalarının belirli bir alt sektörde tam olarak yoğunlaşmadığı anlaşılmaktadır. CCI ile TKOO arasında ters yönlü bir ilişki olup, aralarındaki ilişkinin korelasyon katsayısı ($r = -0.882$)'dir (Çizelge 6). Türkiye madencilik sektöründe TKOO değerleri 2001-2008 yılları arasında azalış ve 2008 yılından sonra artış gösterirken, CCI değeri 2001-2010 yılları arasında artış kaydetmiş ve 2010 yılından sonra ise azalmaya başlamıştır (Çizelge 4 ve 5).

Türkiye madencilik sektörü için 2001-2020 yılları arasında RHTI değerleri 0.334-0.630 aralığında değişmekte olup (Çizelge 5), RHTI değerleri birden küçük ($RHTI < 1$) olduğundan, iş kazalarının belirli bir alt sektörde tam olarak yoğunlaşmadığı yorumlanmaktadır. RHTI ile TKOO arasında ters yönlü bir ilişki olup, aralarındaki ilişkinin korelasyon katsayısı ($r = -0.896$)'dir (Çizelge 6). Türkiye Madencilik Sektöründe TKOO değerleri 2001-2008 yılları arasında azalış ve 2008 yılından sonra artış gösterirken, RHTI değeri 2001-2008 yılları arasında artış kaydetmiş ve 2010 yılından sonra ise azalmaya başlamıştır (Çizelge 4 ve 5).

Türkiye madencilik sektörü için 2001-2020 yılları arasında HKI değerleri 0.838-0.916 aralığında değişmekte olup (Çizelge 5), HKI değerleri bire yaklaştığından ($HKI \rightarrow 1$), iş kazalarının belirli bir alt sektörde yoğunlaşma eğiliminde olduğu yorumu yapılmaktadır. HKI ile TKOO arasında ters yönlü bir ilişki olup, aralarındaki ilişkinin korelasyon katsayısı ($r = -0.881$)'dir (Çizelge 6). Türkiye madencilik sektöründe TKOO değerleri 2001-2008 yılları arasında azalış ve 2008 yılından sonra artış gösterirken, HKI değerleri 2001-2010 yılları arasında artış kaydetmiş ve 2010 yılından sonra ise azalmaya başlamıştır (Çizelge 4 ve 5).

Türkiye madencilik sektörü için 2001-2020 yılları arasında GI değerleri 0.345-0.600 aralığında değişmekte olup (Çizelge 5), GI değerleri sıfıra yaklaştığından ($GI \rightarrow 0$), iş kazalarının alt sektörler arasında eşit dağılıma eğiliminde olduğu ve belirli bir alt sektörde tam yoğunlaşmanın gözlemlenmediği yorumu yapılmaktadır. GI ile TKOO arasında ters yönlü bir ilişki olup, aralarındaki ilişkinin korelasyon katsayısı ($r = -0.902$)'dir (Çizelge 6). Türkiye madencilik sektöründe TKOO değerleri 2001-2008 yılları arasında azalış ve 2008 yılından sonra artış gösterirken, GI değerleri 2001-2008 yılları arasında artış kaydetmiş ve 2010 yılından sonra ise azalmaya başlamıştır (Çizelge 4 ve 5). Türkiye madencilik sektöründe 2001-2020 yılları arasında hesaplanan GI ile toplam kaza olabilirlik oranının (TKOO) karşılaştırılması Şekil 2'de verildiği gibidir.

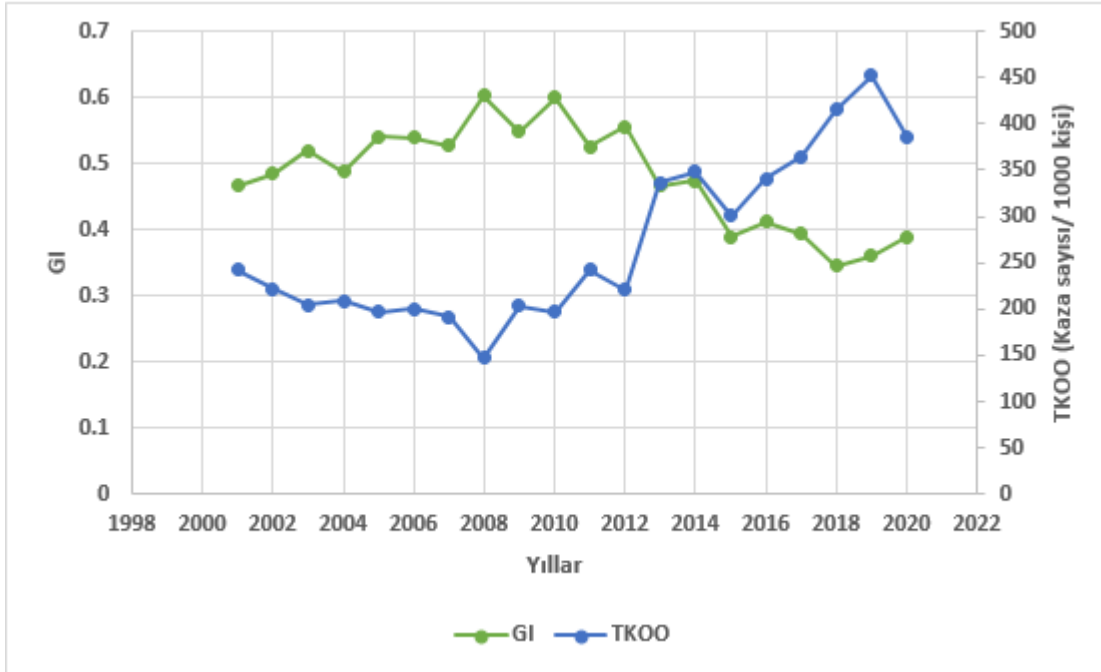
TKOO ve yoğunlaşma indeksi değerleri arasında yapılan basit doğrusal regresyon analizi sonucunda, tüm yoğunlaşma indeksleri ile TKOO değerleri arasında güçlü ve anlamlı regresyon ilişkilerinin var olduğu belirlenmiştir. Ancak, TKOO ve GI arasındaki regresyon ilişkisinin korelasyon katsayısı $r = -0.902$ ve $F = 78.44$ değerinin, diğer yoğunlaşma indeksleri ile TKOO değerleri arasındaki ilişkilerden daha büyük olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Türkiye madencilik sektöründe 2001-2020 yılları arası için hesaplanan iş kazaları yoğunlaşma indekslerinin değerleri.

Yıl	HHI	NEI	CCI	RHTI	HKI $\alpha = 1.5$	GI
2001	0.502	0.693	0.751	0.464	0.875	0.466
2002	0.519	0.672	0.760	0.485	0.880	0.485
2003	0.556	0.625	0.780	0.521	0.891	0.520
2004	0.507	0.679	0.758	0.489	0.877	0.488
2005	0.595	0.582	0.799	0.543	0.901	0.540
2006	0.614	0.564	0.807	0.541	0.905	0.539
2007	0.594	0.588	0.797	0.521	0.900	0.527
2008	0.645	0.487	0.832	0.630	0.916	0.603
2009	0.621	0.555	0.811	0.546	0.907	0.549
2010	0.690	0.467	0.846	0.625	0.925	0.600
2011	0.568	0.613	0.786	0.465	0.894	0.525
2012	0.631	0.541	0.816	0.535	0.910	0.556
2013	0.509	0.688	0.753	0.458	0.877	0.466
2014	0.521	0.674	0.759	0.468	0.880	0.474
2015	0.425	0.785	0.708	0.389	0.852	0.390
2016	0.459	0.748	0.725	0.416	0.862	0.412
2017	0.432	0.778	0.711	0.410	0.854	0.394
2018	0.383	0.835	0.684	0.357	0.839	0.345
2019	0.375	0.836	0.686	0.334	0.838	0.361
2020	0.419	0.791	0.706	0.383	0.851	0.389

Çizelge 6. Türkiye madencilik sektöründe, 2001-2020 yılları arası için elde edilen kaza yoğunlaşma indeksleri ile TKOO arasındaki regresyon analiz sonuçları.

Değişkenler		Regresyon Katsayıları ve Anlamlılığı			Standart Hata	Korelasyon Katsayısı ve Anlamlılığı		
Bağımsız X	Bağımlı Y	β_0 ve β_1	t-değeri	p-değeri	S	r	F-değeri	p-değeri
TKOO	HHI	0.7733	22.64	0.000	0.0463	-0.871	56.68	0.000
		-0.0009	-7.53	0.000				
TKOO	NEI	0.3613	8.94	0.000	0.0548	0.877	60.22	0.000
		0.0011	7.76	0.000				
TKOO	CCI	0.8950	51.72	0.000	0.0235	-0.882	63.32	0.000
		-0.0005	-7.95	0.000				
TKOO	RHTI	0.7028	25.67	0.000	0.0371	-0.896	73.60	0.000
		-0.0008	-8.58	0.000				
TKOO	HKI	0.9517	102.33	0.000	0.0126	-0.881	62.17	0.000
		-0.0003	-7.88	0.000				
TKOO	GI	0.6956	27.41	0.000	0.0344	-0.902	78.44	0.000
		-0.0008	-8.86	0.000				



Şekil 2. Türkiye madencilik sektöründe 2001-2020 yılları arasında hesaplanan GI ile TKOO karşılaştırılması

4. Tartışma

Yoğunlaşma indekslerin hesaplanması sonucunda, Türkiye madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarının genel olarak yoğunlaşma düzeyinin yüksek olduğu ve belirli bir alt sektörde (kömür ve linyit madenciliğinde) yoğunlaştığı görülmektedir. Madencilik sektöründe hesaplanan toplam kaza olabilirlik oranı ile kaza yoğunlaşma indeksleri arasında ilişki olup olmadığını ve nasıl bir ilişki olduğunun incelenmesi için basit doğrusal regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Basit doğrusal regresyon analiz sonucunda, hesaplanan toplam kaza olabilirlik oranı ile tüm kaza yoğunlaşma indeksi arasında güçlü ve anlamlı ilişki bulunduğunu belirlenmiştir. Ancak toplam kaza olabilirlik oranı (TKOO) ile Gini yoğunlaşma indeksi (GI) arasındaki regresyon ilişkisinin korelasyon katsayısı ($r = -0.902$, $F = 78.44$ ve $p = 0.000 > 0.05$) değeri dikkate alındığından, kaza yoğunlaşma indeksleri ile TKOO değerleri arasındaki ilişkilerde GI'nın diğer yöntemlerden daha güçlü ve anlamlı olduğu görülmüştür (Çizelge 6).

Türkiye madencilik sektöründe faaliyet gösteren dört alt sektörde 2001-2020 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının dikkate alınmasıyla hesaplanan Gini yoğunlaşma indeksi (GI) değeri 0.345–0.600 aralığında değişmektedir. Elde edilen GI değerlerine göre, 20 yıl içerisinde Türkiye madencilik sektöründeki alt sektörlerde iş kazalarının yoğunlaşmasının yüksek olduğu ve eşitsiz olarak dağılırarak belirli bir alt sektörde (kömür ve linyit madenciliğinde) yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Endüstriyel iş kazalarının yoğunlaşma düzeyinin değerlendirilmesi için B.K. Lee et al. (2020) ve S. Lee et al. (2020) tarafından yapılan çalışmalarda, Kaza Sıklık Oranı, Yoğunlaşma Oranı (CRM) ve Herfindahl-Hirschman İndeksi (HHI)'nin kullanılması önerilmiş ve Sıklık Oranı ve Yoğunlaşma Oranının ekonomik yapı ve sanayileşme oranına göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada ise Türkiye madencilik alt sektörlerinde iş kazası yoğunlaşmasını en iyi GI yönteminin açıkladığı tespit edilmiştir. Bunun nedeninin, Türkiye madencilik sektörünün dört alt sektörden oluşması, iş kazası payı

sıralamasında ve iş kazalarındaki sektörel eşitsizlikte, kömür ve linyit sektörünün ağırlıklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Madencilik sektörü gibi tehlikeli sektörlerde meydana gelebilecek iş kazalarının önlenmesi, çalışanların sağlığı ve güvenliğini korunması amacıyla yapılacak iş kazaları yoğunlaşma analizlerinde, değişen ekonomik büyüme koşullarına ve sektörlerin yeniden sınıflanması durumuna göre, farklı yoğunlaşma indeksleri kullanılmasının araştırılmasının büyük önem kazandığını söylemek mümkündür. Ayrıca, madencilik sektöründe ölüm ve ölümlü olmayan iş kazaları için ayrı ayrı yoğunlaşma analizleri gerçekleştirilerek, ölüm ve ölümlü olmayan iş kazaları için farklı güvenlik stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması gerekebilecektir.

5. Sonuç

Madencilik sektörü, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de iş sağlığı ve güvenliği açısından en tehlikeli sektörlerden birisidir. Madencilik sektöründeki iş kazaları, çalışma hayatındaki en önemli sorunlardan biri olarak maddi ve manevi kayıplara neden olmaktadır. Türkiye genelinde madencilik ve diğer sektörlerdeki meydana gelen iş kazaları kaza olabilirlik oranı, kaza sıklık oranı ve kaza ağırlık oranı hesaplanarak değerlendirilmektedir. Türkiye madencilik sektöründe faaliyet gösteren alt sektörler arasında kaza olabilirlik oranında ortalama %69.78 ile kömür ve linyit çıkarılmasının en büyük paya sahip olduğu tespit edilmiştir. Kaza olabilirlik oranının hesaplanması sonucunda, Türkiye madencilik sektöründe 2001-2020 yılları arasında ortalama çalışan her 1000 kişiden yaklaşık 271’inin iş kazasına maruz kaldığı belirlenmiştir. 2020 yılında kaza olabilirlik oranı az da olsa düşüşe eğiliminde olduğu tespit edilmekle birlikte, bunun nedeninin de çalışma hayatındaki Covid 19 salgını kısıtlamalarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

İş kazalarının değerlendirilmesinde sadece kaza olabilirlik, kaza sıklık ve kaza ağırlık oranlarının hesaplanmasıyla iş kazalarının yoğunlaştığı sektörlerin belirlenmesi ve yoğunlaşmaya karşı gerekli önlemlerin alınması mümkün değildir. Türkiye’de şimdiye kadar madencilik sektörünün iş kazalarının yoğunlaşmasının değerlendirildiği her hangi çalışma yapılmadığı tespit edildiğinden, bu çalışmada Türkiye madencilik sektörlerinde iş kazaları yoğunlaşmasının değerlendirilmesinde HHI, NEI, CCI, RHTI, HKI ve GI yöntemlerinin kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Hesaplanan iş kazası yoğunlaşma indekslerine göre, Türkiye madencilik sektöründe iş kazalarının yoğunlaşmasının genel olarak yüksek olduğu ve özellikle belirli bir alt sektörde (kömür ve linyit çıkarılmasında) yoğunlaştığı belirlenmiştir. Toplam kaza olabilirlik oranı (TKOO) ile kaza yoğunlaşma indeksleri arasında yapılan karşılaştırmaya sonucunda, Nispi Entropy İndeksi dışında diğer tüm iş kazası yoğunlaşma indekslerinin TKOO ile ters yönlü ilişki içinde olduğu, TKOO’nun artmasıyla iş kazası yoğunlaşma indekslerinin azaldığı ve TKOO azalmasıyla birlikte kaza yoğunlaşma indekslerinin artış gösterdiği görülmüştür. TKOO ile iş kazası yoğunlaşma indeksleri arasında yapılan regresyon-korelasyon analizi sonucunda da, TKOO ile GI arasındaki ilişkinin diğer yoğunlaşma indekslerine göre daha güçlü ve anlamlı olduğu belirlendiğinden, Türkiye madencilik sektörü iş kazası yoğunlaşmasının analizinde GI yoğunlaşma yönteminin daha etkin bir şekilde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

GI değeri sıfıra (0) ne kadar yaklaşıyor ise madencilik sektöründe faaliyet gösteren alt sektörler arasında meydana gelen iş kazalarının eşit dağıldığı ve belirli bir alt sektörde yoğunlaşma görülmediği anlamına gelmektedir. Ancak Türkiye madencilik sektörü için 2001-2020 yılları arasında hesaplanan GI değerleri 0.345-0.600 aralığında değişmekte olup, 2010 yılında 0.600 değerine ulaştıktan sonra azalmaya başlamış ve 2018 yılında en düşük 0.345 olduğu belirlenmiştir

(Şekil 2). GI değerlerine göre, Türkiye Madencilik Sektöründe, 2001-2010 yılları arasında iş kazaları kömür ve linyit çıkarılması sektöründe yoğunlaşırken, 2010 yılı sonrasında diğer sektörlerde de yoğunlaşma eğilimi gözlemlenmektedir. Bu durumda, son yıllarda metal cevheri madenciliği ile diğer ve taşocak madenciliğindeki iş kazaları yoğunlaşmasının dikkate alınması ve bu sektörlerde iş kazalarını azaltıcı veya ortadan kaldırıcı yeni strateji ve politikaların geliştirilmesi gerekmektedir.

6.Kaynaklar

- Aritan, A.E. and Ataman, M., 2017. Work Accident Analysis with Accident Rates Calculations. *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering*, **17(1)**, 239–46. doi: 10.5578/fmbd.51762.
- Bayraktar, B., Uyguçgil, H. ve Konuk, A., 2018. Türkiye Madencilik Sektöründe İş Kazalarını Statistikselsel Analizi. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, **57** (Özelsayısı), 85–90. doi: 10.30797/madencilik.493212.
- Bikker, J.A. and Haaf, K., 2002. Measures of Competition and Concentration in the Banking Industry : A Review of the Literature. *Economic & Financial Modelling*, **9(2)**, 53–98.
- Bilim, N., Dündar S. and Bilim, A., 2018. Ülkemizdeki Maden Sektöründe Meydana Gelen İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Analizi. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, **7(2)**, 423–32.
- Brown, T., 2018. Measurement of Mineral Supply Diversity and Its Importance in Assessing Risk and Criticality. *Resources Policy*, **58(5)**, 202–18. doi: 10.1016/j.resourpol.2018.05.007.
- Ceylan, H., 2011. Türkiye'deki İş Kazalarının Genel Görünümü Ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslanması. *International Journal of Engineering Research and Development*, **3(2)**, 18–24.
- Ceylan, H., 2012. Analysis of Occupational Accidents
- Bu çalışmanın sonucunda, Türkiye madencilik sektöründe iş kazaları yoğunlaşma indekslerinin sürekli izlenmesinin, meydana gelebilecek iş kazalarının önlenmesi ve azaltılmasında öncelikli alt sektörlerle yönelik yeni strateji ve politikaların geliştirilebilmesine katkı yapacağı düşünülmektedir.
- According to the Sectors in Turkey. *Gazi University Journal of Science*, **25(4)**, 909–918.
- Choo, S.Y., Radam, A., Hassan, A., and Shamsudin, M.N., 2018. Market structure of Malaysian palm oil refining industry. *Asian Academy of Management Journal*, **23(2)**, 125–141. <https://doi.org/10.21315/aamj2018.23.2.6>
- Dimić, M. and Paunović, S., 2019. Concentration Measuring Techniques in Banking Sector- Lorenz Curve and Gini Coefficient. *The Central and Eastern European Online Library*, **(2)**, 137–51. doi: 10.28934/ea.19.52.2.pp137-151.
- Domínguez, C.R., Martínez, I.V., Peña, P.M.P. and Ochoa, A.R., 2019. Analysis and Evaluation of Risks in Underground Mining Using the Decision Matrix Risk-Assessment (DMRA) Technique, in Guanajuato. Mexico, *Journal of Sustainable Mining*, **18(1)**, 52–59. doi: 10.1016/j.jsm.2019.01.001.
- Ediz, Y. ve Önder, K., 2019. İçecek İmalatı Sektörünün Piyasa Yapısı Ve Yoğunlaşma Düzeyi: Türkiye'nin İlk 1000 Sanayi Kuruluşu Üzerine Bir Uygulama. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* **60(21)**, 25–40. doi: <http://dergipark.gov.tr/dpusbe>.
- Hall, M. and Tideman, H., 1967. Measures of Concentration. *Journal of the American Statistical Association*, **62(317)**, 162–68. doi: 10.1080/01621459.1967.10482897.
- Hannah, L. and Kay, J. A., 1977. Concentration In Modern Industry Theory, Measurement and the U.K. Experience. First Edition, London and Basingstoke,

- The Macmillan Press Ltd.
- Hirschman, A.O., 1945. National Power and the Structure of Foreign Trade. Berkeley, Los Angeles, London, University Of California Press.
- Herfindahl, O.C., 1950. Concentration in the Steel Industry. Doctoral Thesis, Faculty of Political Science, Columbia University, 178.
- Horowitz, A. and Horowitz, I., 1968. Entropy , Markov Processes and Competition in the Brewing Industry. *The Journal of Industrial Economics*, **16(3)**, 196–211.
- Horvath, J., 1972. Suggestion for a Comprehensive Measure of Concentration. *Southern Economic Journal*, **38(4)**, 602–4. doi: <https://www.jstor.org/stable/1056523>.
- Kecojevic, V., Komljenovic, D., Groves, W.A. and Radomsky, M., 2007. An Analysis of Equipment-Related Fatal Accidents in U.S. Mining Operations: 1995-2005. *Safety Science*, **45(8)**, 864–74. doi: 10.1016/j.ssci.2006.08.024.
- Kokangül, A., Polat, U. and Dağsuyu, C., 2017. A New Approximation for Risk Assessment Using the AHP and Fine Kinney Methodologies. *Safety Science*, **91**, 24–32. doi: 10.1016/j.ssci.2016.07.015.
- Kostakoğlu, S.F., 2015. İnternet Servis Sağlayıcıları Piyasasına Yönelik Yoğunlaşma Analizi. *Int. Journal of Management Economics and Business*, **11(25)**, 129–40. doi: <http://dx.doi.org/10.17130/ijmeh.2015.11.25.875>.
- Lee, B.K., Suh, Y. and Chang, S.R., 2020. Index Analysis Approach to Identifying Accident Concentration Level of Korean Industries. *The Korean Society of Safety*, **35(5)**, 59–65. doi: 10.14346/JKOSOS.2020.35.5.59.
- Lee, S., Chang, S.R. and Suh, Y., 2020. Developing Concentration Index of Industrial and Occupational Accidents: The Case of European Countries. *Safety and Health at Work*, **11(3)**, 266–74. doi: 10.1016/j.shaw.2020.05.003.
- Lipczynski, J., Wilson J.O.S. and Goddard, J., 2017. Industrial Organization Competition, Strategy and Policy. Fifth edit. London, New York, Pearson Education Limited.
- Lu, C., Qiao, J. and Chang, J., 2017. “Herfindahl–Hirschman Index Based Performance Analysis on the Convergence Development. *Cluster Computing*, **20(1)**, 121–29. doi: 10.1007/s10586-017-0737-3.
- Maiti, J., Chatterjee, S. and Bangdiwala, S.I., 2004. Determinants of Work Injuries in Mines - an Application of Structural Equation Modelling. *Injury Control and Safety Promotion*, **11(1)**, 29–37. doi: 10.1076/icsp.11.1.29.26305.
- Nawrocki, D. and Carter, W., 2010. Industry Competitiveness Using Herfindahl and Entropy Concentration Indices with Firm Market Capitalization Data. *Applied Economics*, **42(22)**, 2855–63. doi: 10.1080/00036840801964666.
- Nguyen, N.B., Boruff, B. and Tonts, M., 2017. Mining, Development and Well-Being in Vietnam: A Comparative Analysis. *Extractive Industries and Society* **4(3)**, 564–75. doi: 10.1016/j.exis.2017.05.009.
- Öztürk, L. ve Aktar, İ., 2009. Karadeniz Bölgesi İllerinde Kamu Tarım Yatırımları Dağılımının Gini Katsayısı İle Ölçülmesi. *Karadeniz Araştırmaları*, **6(21)**, 113-122–122. doi: 10.17782/ka.31184.
- SGK. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) İstatistik Yıllıkları (2007-2020), <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/>
- SSK. Sosyal Sigortalar Kurumu (SSK) İstatistik Yıllıkları (2001-2006), <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Devredilen/eb4b6b6f-f41a-4d49-8690-797141bfcd8d/>
- Şen, M., Dursun, S. ve Murat, G., 2018. Türkiye’de İş Kazaları: Avrupa Birliği Ülkeleri Bağlamında Bir Değerlendirme. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, **9(16)**, 1167–1185. doi: 10.26466/opus.463211.

Susilo, Y.O. and Axhausen, K.W., 2014. Repetitions in Individual Daily Activity–Travel–Location Patterns: A

Study Using the Herfindahl–Hirschman Index. *Transportation* **41**, 995–1011. doi: 10.1007/s11116-014-9519-4.